

УДК 91:004.9

ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ ВЕБ-КЛИЕНТОВ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ОТКРЫТЫХ СТАНДАРТОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

И. В. Майер

Сургутский государственный университет, igor.mayer.surgut@gmail.com

Статья посвящена исследованию возможностей построения веб-клиентов географических информационных систем и их пользовательских интерфейсов на базе современных открытых веб-технологий. Предлагается к рассмотрению идея универсального веб-клиента географической информационной системы как модульной системы, с цифровой картой в качестве центрального компонента, способного решать задачи, относящиеся к различным предметным областям. Рассмотрены актуальные вопросы и технологические возможности построения отдельных компонентов такой системы, описаны достоинства и недостатки методов и технологий разработки компонентов. Рассмотрены особенности использования технологий векторной и растровой графики в веб-клиентах на основе современных технологий SVG и HTML 5 Canvas. Описано современное состояние и возможности клиентских библиотек с открытым исходным кодом для веб-картографии, а также клиентских библиотек, подходящих для разработки модулей веб-клиента. Указаны в области разработки географических информационных систем для веб-среды и подчеркнута важность применения открытых стандартов. Главное достоинство данного решения в потенциальной возможности перехода от традиционных настольных клиентов географических информационных систем общего назначения к веб-приложениям и их преимуществам, доступным широкому кругу специалистов и предприятий.

Ключевые слова: ГИС, открытое ПО, веб-клиент, Openlayers, цифровая карта.

DEVELOPMENT ISSUES OF WEB-CLIENTS FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS BASED ON OPEN STANDARDS AND TECHNOLOGIES

I. V. Mayer

Surgut State University, igor.mayer.surgut@gmail.com

The article describes web-clients of geographic information systems and their user interface development issues based on modern open web technologies. The idea of general-purpose modular web-client of geographic information system with digital map as central component is proposed for solving problems in various subject domains. Relevant issues and technological possibilities, the advantages and disadvantages of methods and technologies for separate components development of such a system are described. The possibilities of using vector and image graphics technologies in web clients, based on modern technologies of SVG and HTML 5 Canvas, are considered. The current state and capabilities of open source client libraries for web mapping, as well as client libraries suitable for developing web client modules are described. The existing open standards for the development of geographic information systems for the web environment are pointed out and the importance of the application of open standards is underlined. The main advantage of this solution is the potential for the transition from traditional desktop clients of general-purpose geographic information systems to web applications and their preferences, accessible to a wide range of specialists and enterprises.

Keywords: GIS, open source software, web client, Openlayers, digital map.

Современные информационные системы отличаются повышенной сложностью и насыщенностью пользовательских интерфейсов. В особенности это касается географических информационных систем (ГИС), в которых графическое представление информации и средства взаимодействия пользователя с объектами на цифровой карте играют первостепенную роль.

С появлением ГИС и до недавнего времени в этой области традиционно широко использовались настольные системы – прикладные программы, работающие под управлением операционной системы. Это информационно-аналитические системы общего назначения, предназначенные для решения задач различных предметных областей. В последние несколько лет в связи с развитием средств Интернет, технологий веб-разработки, движением к стандартизации веб-браузеров наметился поворот вектора разработки ГИС в сторону Веб – привлекательная возможность перевода ГИС в веб-среду, реализация веб-приложений ГИС, способных решать задачи, которые ранее были характерны только для настольных систем. Эта возможность несет массу преимуществ [1–2], среди которых помимо экономических выгод можно указать высокую масштабируемость систем, централизованную поддержку пользователей, высокую доступность, кросс-платформенность и т. п.

В контексте веб-приложений представляет отдельный интерес вопрос возможности построения универсальных веб-клиентов ГИС (веб-клиентов) – сложного модульного программного обеспечения, не специализированного на одной задаче, а способного решать задачи разных предметных областей (некоторые аспекты этого вопроса основательно рассмотрены в работе [3]). Надо сказать, что подобные реализации веб-клиентов существовали и ранее, они имели пользовательские интерфейсы (интерфейсы), практически аналогичные таким для настольных систем, но при построении насыщенных интерфейсов актуальными до недавнего времени оставались вопросы обеспечения кросс-браузерности и кросс-платформенности, которые ставили под вопрос перспективы данных решений. Подобные реализации имели следующую особенность: они разрабатывались с использованием не кросс-браузерных технологий, основанных на необходимости использования дополнительных компонентов наподобие Abode Flash, Microsoft Silverlight и апплетов Java. Существовавший на тот момент кросс-браузерный стандарт HTML 4 не обеспечивал необходимой мультимедийной функциональности, поэтому разработчики были вынуждены использовать надстройки для веб-браузеров.

В 2014 г. был завершен долгожданный в сообществе веб-разработчиков стандарт HTML 5, при разработке которого первостепенной задачей ставилось улучшение уровня поддержки мультимедийных технологий для любых устройств, крайне важных для задач, решаемых любыми ГИС. Производители веб-браузеров оперативно отреагировали на появление этого стандарта, и на сегодняшний день его возможности доступны в большинстве современных веб-браузеров. В комплексе с другими современными веб-технологиями, такими, как, например, стандарт CSS 3, они дают потенциальную возможность заниматься созданием веб-клиентов ГИС, поддерживающих сложные интерфейсы, практически аналогичные настольным системам. Сегодня становится заметно снижение интереса к технологиям, требующим установки дополнительных компонентов для веб-браузеров, и логичным выглядит интерес разработчиков к технологии HTML 5.

Пользовательский интерфейс ГИС на сегодняшний день имеет устоявшийся, типовой вид, который вряд ли будет подвергнут пересмотру или изменению в ближайшее время. В своем составе он содержит ряд функциональных модулей (виджетов) – цифровая карта, виджеты идентификации и поиска объектов, измерения пространственных характеристик объектов, экспорта карты, а также специфических виджетов, предназначенных для обработки информации, характерной для некоторой предметной области. Так как специфика ГИС – это, в первую очередь, графическое представление информации и результатов ее анализа на цифровой карте, главным компонентом ее интерфейса является сама цифровая карта.

Задача отображения в приложении цифровой карты требует от существующих технологий развитых средств визуализации. Для настольных клиентов это никогда не было про-

блемой – операционная система предоставляет приложению все необходимые сервисы. В случае веб-клиентов, из современных кросс-браузерных технологий, доступных разработчику, можно выделить недавно появившиеся мультимедийные возможности HTML 5 и уже давно существующую технологию SVG.

Технология SVG применялась и до сих пор применяется при построении веб-клиентов для задач, не требующих визуализации большого количества векторных объектов сложной геометрии. Современные цифровые карты могут быть крайне насыщены информацией, и производительность SVG на стороне веб-клиента, в данном случае, может оказаться неудовлетворительной. С развитием открытых стандартов в области ГИС (стандарты Open Geospatial Consortium, OGC [1, 4]) появилась возможность перенести отрисовку цифровых карт на сторону сервера и передавать веб-клиенту уже готовые растровые изображения, которые могут быть легко визуализированы на цифровой карте. На сегодняшний день существует достаточное количество серверных компонентов ГИС, соответствующих стандартам OGC, поэтому технология SVG и вообще векторная графика на стороне веб-клиента имеет достаточно ограниченное применение в веб-картографии, а вместо нее преимущественно используется растровая графика. Большой интерес в этом отношении представляют графические технологии на базе HTML 5 Canvas и WebGL.

В области ГИС технология, реализующая в том или ином виде компонент цифровой карты, считается базовой для построения клиентской части. Сегодня существует ряд таких технологий. Для настольных систем, исторически, их сформировано большое количество. Для веб-клиентов подобные технологии начали появляться относительно недавно, их появление было связано с развитием мультимедийных технологий для веб-среды. К ним относятся как коммерческие, так и открытые веб-технологии (открытые технологии). Буквально еще 10 лет назад коммерческие технологии предоставляли несравненно большие возможности построения ПО и были абсолютно вне конкуренции [2]. Ситуация начала меняться, и в последние 5 лет уже существовавшие открытые технологии, такие как, например, QGIS для настольных систем и Openlayers для веб получили мощное развитие и сейчас предоставляют достаточную функциональность для решения практически значимых задач. Коммерческие технологии построения веб-клиентов без сомнения обладают гораздо более развитыми средствами, но стоимость их, как правило, достаточно высока, и если для крупных предприятий не представляет сложностей их приобретение, то для небольших предприятий или отдельных разработчиков могут оказаться более выгодными открытые технологии [1], поэтому они привлекают все больше внимания. В области ГИС с использованием открытых технологий уже сегодня разрабатывается большое количество приложений, в том числе и в «экзотических», в нехарактерных для ГИС предметных областях [5].

Открытые технологии несомненно обладают большим потенциалом и достоинствами: открытый исходный код; поддержка общепринятых стандартов в области ГИС; большой набор готовых алгоритмов. В области открытых веб-технологий ГИС в центре внимания сегодня находятся две базовые библиотеки разработки веб-клиентов – Openlayers и Leaflet. Надо сказать, что эти библиотеки не конкурируют друг с другом. Они предназначены для решения задач разного уровня. Openlayers – это мощная универсальная клиентская библиотека с приемлимой поддержкой открытых стандартов WMS и WFS, возможностями работы с векторной графикой, а также поддерживающая активно используемые коммерческие стандарты. Она обладает практически всем набором необходимых функций для типового веб-клиента, построена на базе технологий HTML 5 Canvas и WebGL. Openlayers активно применяется во всем мире для построения веб-клиентов разной степени сложности.

Leaflet, в свою очередь, – библиотека для решения частных, простых задач ГИС в составе веб-приложений. Она прекрасно подходит для ситуаций, когда в существующее веб-приложение, не являющееся полноценной ГИС, необходимо встроить часть функциональности ГИС, например, в виде модуля для отображения на цифровой карте некоторой информа-

ции и функциями взаимодействия с картой, либо когда разрабатывается простое веб-приложение ГИС с небольшим набором функций и инструментов.

Несмотря на успехи в создании открытых веб-технологий ГИС, необходимо сказать и о их существующих недостатках по сравнению с настольными системами: низкой производительностью при работе с насыщенной растровой и векторной графикой, неразвитыми средствами поддержки стандартов OGC, слабой поддержкой аналитической функциональности.

Первый факт связан, в первую очередь, с тем, что веб-клиент работает под управлением веб-браузера, поэтому обработка больших объемов данных, коими являются растровое и векторное представление картографической информации, имеет низкую производительность по сравнению с настольными клиентами, особенно ярко эта проблема проявляется при больших объемах данных, которые нуждаются в отображении на цифровой карте. Например, цифровая карта, отображающая несколько десятков слоев, может работать неудовлетворительно на низкопроизводительных компьютерах. Как правило, такие объемы данных характерны для информационных систем уровня предприятия, и этот факт ставит перед разработчиком ряд труднорешаемых технических задач, которые в конечном итоге вряд ли могут быть решены эффективно доступными сегодня средствами даже с учетом всевозможных оптимизаций.

Базовые открытые технологии построения веб-клиентов ГИС не обладают готовой функциональностью для задач анализа данных. Причиной этого является тот факт, что веб-клиент – это одна из частей целого веб-приложения, которое, в свою очередь состоит как минимум из клиентской и серверной частей, а на практике количество составляющих (слоев, уровней) приложения может быть и больше. Ввиду этого считается, что аналитические задачи ГИС должны решаться на стороне сервера. Существует ряд разработок веб-фреймворков ГИС, которые обладают достаточно серьезными возможностями анализа и представления данных, но веб-клиент там выполняет исключительно простые функции, связанные в основном с визуализацией данных, а анализ данных выполняется на стороне сервера. Тем не менее, на практике не так редки ситуации, когда на стороне веб-клиента может потребоваться аналитическая функциональность, особенно это может представлять интерес для простых веб-приложений, в которых использование серверных средств анализа данных вообще может оказаться технически, либо организационно затруднено. Как пример здесь можно привести актуальную на практике задачу интерполяции по регулярной сетке с построением линий равного уровня. Существующие базовые открытые технологии веб-клиентов не предоставляют такой функциональности и поэтому для ее решения необходима разработка собственных функций.

При построении современного веб-клиента существенным требованием является поддержка им существующих общепринятых стандартов, которыми в области ГИС являются открытые стандарты OGC. Это требование связано с возможностью использовать богатый ассортимент готового серверного ПО, по большей части также открытого (например, картографические серверы Geoserver, UMN MapServer, QGIS Server, ESRI ArcGIS for Server и др.), соответствующего этим стандартам, и при построении веб-клиента сосредоточиться на задачах предметной области, а не технических задачах организации интерфейсов между клиентом и сервером. Еще один крайне важный и не очевидный момент необходимости стандартизации веб-клиента – это независимость от конкретной реализации серверной части, особое значение это имеет для предприятий, внедряющих технологии для длительного использования. Нередки случаи, когда при разработке новых проектов ГИС необходимость использования существующих стандартов игнорируется разработчиками, это приводит в конечном итоге к тому, что называется «изобретению велосипедов», создает проблемы при эксплуатации ПО и, кроме того, тормозит развитие самих стандартов.

OGC разработано большое количество открытых стандартов ГИС, их поддержка со стороны настольных систем вполне достаточна, но веб-клиенты на сегодняшний день срав-

нимой поддержки не имеют. Однако надо сказать, что существующие разработки, например, Openlayers, поддерживают базовый набор стандартов OGC в достаточной степени.

Учитывая текущую активность и интерес к открытым технологиям ГИС, можно предположить, что в ближайшем будущем (несколько лет), описанные проблемы будут решены в объеме, который позволит не акцентировать на них внимание.

Кроме цифровой карты в рамках пользовательского интерфейса веб-клиента может работать множество других модулей (или виджетов), каждый из которых призван дать пользователю возможность управлять решением определенной задачи обработки данных. Некоторые из этих модулей могут быть достаточно сложными в плане реализации, яркий пример – виджет легенды карты ГИС, который помимо сложного представления данных также берет на себя функции управления цифровой картой.

Необходимо сказать, что возможностей базовых библиотек наподобие Openlayers в «чистом» виде недостаточно для построения полноценного универсального веб-клиента. Базовая библиотека обеспечивает только функциональность компонента цифровой карты и всю инфраструктуру, которая требуется для ее работы, но не включает множество других функциональных модулей веб-клиента, таких как виджеты легенды карты, идентификации и поиска, инструментов измерения геометрических характеристик объектов и т. п. Для создания универсального веб-клиента ГИС – эти виджеты должны быть разработаны отдельно.

Базовыми «низкоуровневыми» технологиями разработки модулей (виджетов) пользовательского интерфейса в составе веб-клиента сегодня являются язык HTML и каскадные таблицы стилей CSS для разработки непосредственно пользовательского интерфейса виджета, и язык Javascript для описания логики работы виджета и обработки данных.

Язык Javascript имеет как сильные, так и слабые стороны, которые могут интерпретироваться совершенно различно, в зависимости от масштаба разрабатываемой системы – для небольших приложений одни особенности языка являются плюсом, для больших приложений они могут являться минусом, и наоборот, но в целом можно сказать, что возможностей Javascript, даже в текущей версии языка, достаточно для разработки веб-клиентов любой сложности, а те проблемы, которые возникают при разработке больших систем, могут быть преодолены относительно безболезненно.

Для упрощения задач разработки виджетов существует масса библиотек Javascript общего назначения, среди которых можно выделить популярную библиотеку jQuery и фреймворк Dojo. Необходимо отметить, что этот выбор можно считать субъективным, так как существует большое количество аналогичных по функциональности библиотек, в том числе сегодня популярны фреймворки наподобие AngularJS или библиотеки React, которые также с успехом интегрируются с веб-клиентами. Каждый год появляется масса новых технологий, связанных с Веб, но в целом, в сообществе веб-разработчиков ГИС превалирует использование в качестве основы библиотек общего назначения jQuery либо Dojo, накоплен большой опыт применения этих библиотек в задачах разработки веб-клиентов и их пользовательских интерфейсов.

Если рассмотреть возможности этих библиотек для построения универсальных веб-клиентов, основными их задачами должны являться: предоставление разработчику удобных кросс-браузерных средств для работы с объектной моделью документа веб-браузера DOM и средств для организации модульности приложения, т. е. обеспечение возможности динамической загрузки модулей веб-клиента при необходимости. С первой задачей обе справляются без нареканий, для второй задачи Dojo предоставляет механизм AMD модулей, с помощью которого можно легко организовать модульную структуру приложения, но ввиду высокоуровневости этого механизма некоторые частные задачи могут оказаться сложными в реализации, jQuery, наоборот, предоставляет довольно низкоуровневый интерфейс для организации модульной структуры, который требует большего кодирования, но при этом обеспечивает и большую гибкость в реализации специфических требований к системе.

Отдельно следует рассмотреть вопросы построения компоновки интерфейса, внутри которой работают все виджеты веб-клиента. Сегодня существует масса технологий, в том числе высокоуровневых фреймворков наподобие Twitter Bootstrap или Zurb Foundation, на базе которых можно быстро построить достаточно сложный пользовательский интерфейс, причем способный работать на различных устройствах. Несмотря на достоинства эти технологии могут оказаться неподходящими в силу специфических требований к интерфейсу, поэтому иногда целесообразно работать с низкоуровневыми средствами. На более низком уровне компоновка веб-клиента выполняется средствами языка разметки HTML и каскадных таблиц стилей CSS. Широко распространенным методом остается блочная верстка на основе CSS 2, которая для разработки насыщенных и сложно организованных интерфейсов не всегда удобна, так как обязательно требует использования кода Javascript для реализации некоторых типовых сценариев поведения элементов интерфейса.

Сегодня активно идет разработка нового стандарта CSS 3, в котором предполагается наличие множества модулей, существенно облегчающих разработку пользовательских интерфейсов, в частности, практический интерес представляет модуль CSS 3 Flexible layout, который в достаточной для практического применения мере уже поддерживается современными веб-браузерами и может быть использован для решения задачи управления компоновкой веб-приложения без необходимости кодирования логики работы компоновки с использованием Javascript. На практике стандарт CSS 3 обещает стать большим шагом на пути сближения интерфейсов веб-клиентов с интерфейсами настольных систем.

В связи с появлением новых кросс-браузерных технологий, таких как HTML 5 и CSS 3, возникает вопрос об актуальности поддержки новых разработок для старых версий веб-браузеров. Несколько лет назад организация такой поддержки была, можно сказать, строго необходима. Причина этого заключалась в большом количестве пользователей, использующих устаревшие версии веб-браузеров. В настоящее время наблюдается отход от этой традиции, ввиду того, что, во-первых, количество пользователей со старыми версиями веб-браузеров неуклонно сокращается и достигло слишком низкого уровня, чтобы говорить о необходимости их поддержки, а во-вторых, развитие веб-технологий сегодня идет такими быстрыми темпами, что задача обеспечения совместимости в широком диапазоне версий веб-браузеров оказывается и вовсе неразрешимой.

В заключении можно сказать, что сегодня вопросы использования открытых технологий в области ГИС и в разработке веб-клиентов, в частности, являются несомненно актуальными и представляют интерес как для разработчиков, так и для организаций, использующих технологии ГИС в своей деятельности. Не вызывает сомнений, что в ближайшем будущем это направление будет бурно развиваться. Уже сегодня с помощью этих технологий могут быть успешно разработаны универсальные веб-клиенты, приближенные по своей функциональности к настольным клиентам ГИС, что, в свою очередь, переведет веб-приложения ГИС на качественно новый уровень, принесет массу новых выгод для специалистов и организаций, использующих ГИС в своей деятельности. С учетом существующих недостатков веб-технологий эта задача будет ставить перед разработчиками множество технических вопросов, но их возможно успешно решить уже сегодня.

Литература

1. Дубинин М. Ю., Рыков Д. А. Открытые настольные ГИС: обзор текущей ситуации // Информ. бюл. ГИС-ассоциации. 2009. № 5 (72). С. 20–27.
2. Дубинин М. Ю., Костикова А. М. Веб-ГИС // Компьютерра. 2008. № 33. С. 22–28.
3. Nash E., Korduan P., Abele S., Hobona G. Design requirements for an ajax and web-service based generic Internet GIS-client // In Eleventh AGILE International Conference on Geographic Information Science. Girona, Spain. 2008. P. 1–6.
4. OGC Standards/OGC. URL: www.opengeospatial.org (дата обращения: 03.11.2017).

5. Marée R., Stévens B., Rollus L. et al. A rich internet application for remote visualization and collaborative annotation of digital slides in histology and cytology // *Diagnostic Pathology*. 2013. № 8. P. 26.

6. Плюснин И. И., Бушмелева К. И., Майер И. В., Бушмелев П. Е. Система диагностирования дефектов магистральных газопроводов с использованием ГИС-технологий // *Соврем. наукоемкие технологии*. 2005. № 8. С. 46–48.

7. Тараканов В. И. Устойчивость конструкций в нефтегазопромысловой технологии. Сургут : Изд-во СурГУ, 2001. 131 с.

8. Тараканов В. И. Частично симметричные операторы в гильбертовом пространстве // *Сб. науч. тр. Вып. 23. Физ.-мат. и технич. науки. Сургут. гос. ун-т. Сургут : Изд-во СурГУ, 2005. С. 122–134.*